



4H- STATIKPROGRAMME
AUS HANNOVER

DTE Desktop[®]
Engineering



pcae GmbH

Kopernikusstr. 4A

30167 Hannover

Tel 0511/70083-0

Fax 0511/70083-99

Internet www.pcae.de

Mail dte@pcae.de



4H-HTDB

EC 5-Trägerdurchbrüche

August 2024

4H-HTDB

EC 5-Trägerdurchbrüche

Copyright 2017-2024

2. durchgesehene Auflage, August 2024

pcae GmbH, Kopernikusstr. 4 A, 30167 Hannover

pcae versichert, dass Handbuch und Programm nach bestem Wissen und Gewissen erstellt wurden. Für absolute Fehlerfreiheit kann jedoch infolge der komplexen Materie keine Gewähr übernommen werden.

Änderungen an Programm und Beschreibung vorbehalten.

Korrekturen und Ergänzungen zum vorliegenden Handbuch sind ggf. auf der aktuellen Installations-CD enthalten. Ergeben sich Abweichungen zur Online-Hilfe, ist diese aktualisiert.

Ferner finden Sie **Verbesserungen und Tipps im Internet unter www.pcae.de**.

Von dort können zudem aktualisierte Programmversionen herunter geladen werden. S. hierzu auch *automatische Patch-Kontrolle* im DTE[®]-System.

Produktbeschreibung

Das Programm *HTDB* dient zum Nachweis von Durchbrüchen in Holzträgern.

Eine beliebige Anzahl von Lastkombinationen kann untersucht werden. Die nachzuweisenden Schnittgrößenkombinationen können aus den Stabwerksprogrammen *FRAP* und *NISI* übernommen werden.

Folgende Durchbruchformen können berechnet werden

- Trägeröffnung rechteckig
- Trägeröffnung kreisförmig

Die Trägeröffnungen können verstärkt werden durch

- seitlich aufgeleimte Laschen
- eingeklebte Gewinde- oder Betonstahlstäbe
- Vollgewindeschrauben

Folgende Materialien können verwendet werden

- Nadelholz
- Laubholz
- Brettschichtholz nach EC
- Brettschichtholz nach DIN

Folgende Nachweise können geführt werden

- Querkzugspannungen am unverstärkten Durchbruch gemäß /41/, NCI NA.6.7 und 6.8
- Biegespannung am Durchbruch
- Schubspannung am reduzierten Querschnitt

Die Programmentwicklung erfolgt nahezu ausschließlich durch Bauingenieure.

Die interaktiven Steuermechanismen des Programms sind aus anderen Windows- Anwendungen bekannt. Wir haben darüber hinaus versucht, weitestgehend in der Terminologie des Bauingenieurs zu bleiben und *HTDB* von detailliertem Computerwissen unabhängig zu halten.

Nach der Installationsanweisung wird eine Übersicht der Funktionalitäten der Steuerbuttons der Eingabeoberfläche gegeben.



Im Sinne eines Leitfadens gedacht, kann das Manual nicht alle Fragen beantworten. Im aktuellen Falle wird dann der Hilfebutton im jeweiligen Eigenschaftsblatt Antwort geben.

Zur *HTDB*-Dokumentation gehört neben diesem Handbuch das Manual

DTE®-DeskTopEngineering.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg mit *HTDB*.

Hannover, im August 2024

Abkürzungen und Begriffe

Um die Texte zu straffen, werden folgende Abkürzungen benutzt:

RMT	rechte Maustaste drücken
LMT	linke Maustaste drücken
LF	Lastfall (Teileinwirkung)
Nwtyp	Nachweistyp
El.	Element
GZT	Grenzzustand der Tragfähigkeit
GZG	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit



signalisiert Anmerkungen

Buttons

Das Betätigen von Buttons wird durch Setzen des Buttoninhalts in **blaue Farbe** und die Auswahl eines Begriffs in einer Listbox durch diese **Farbe** symbolisiert.



Rot markierte Buttons bzw. Mauszeiger kennzeichnen erforderliche Eingaben bzw. anzuklickende Buttons.

Index

Indexstichworte werden im Text zum schnelleren Auffinden **grün markiert**.

Beim Verweis auf Eigenschaftsblätter wird deren *Bezeichnung kursiv gedruckt*.

Doppelklick

zweimaliges schnelles Betätigen der LMT

blank

Leerzeichen

Cursor

Schreibmarke in Texten, Zeigesymbol bei Mausbedienung

icon

oder Ikon, Piktogramm, Bildsymbol

Zur Definition der Begriffe **Lastbild**, **Lastfall**, **Einwirkung**, **Lastkollektiv** und **Extremalbildungsvorschrift** s. Handbuch das **pcae-Nachweiskonzept**, Theoretischer Teil.

Die in der Interaktion mit **pcae**-Programmen stehenden **Buttons** besitzen folgende Funktionen:



Bricht Eigenschaftsblätter ohne Änderung der Eingabewerte ab.



Lädt abgespeicherte Werte in das Eigenschaftsblatt bzw. speichert die aktuellen Werte zum späteren Abruf in anderen Eigenschaftsblättern.



Ruft das Online-Hilfesystem.



Bestätigt die Eingaben und schließt das Eigenschaftsblatt.



Löschen-Button vernichtet Eingaben mit Nachfrage.



Datenzustand
überprüfen

Wenn der Mauszeiger einen Moment auf einem Button verweilt, erscheint ein Fähnchen, das den zugehörigen Aufruf beschreibt.

Inhaltsverzeichnis

1	Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten	5
2	Ordner und Bauteil erzeugen	7
3	Eingabeoberfläche	9
3.1	Buttonleiste	9
3.2	Registerblatt System	10
3.2.1	Bauteiltyp	10
3.2.2	Nutzungsklasse	10
3.2.3	Holzart	10
3.2.4	Abmessungen	10
3.3	Registerblatt Verstärkung	11
3.3.1	aufgeleimte Laschen	11
3.3.2	eingeklebte Stahlstäbe	11
3.3.3	Vollgewindeschrauben	12
3.4	Registerblatt Schnittgrößen	12
3.4.1	Schnittgrößenimport	12
3.5	Nachweise	12
3.6	Programmeinstellungen	13
3.7	Speichern, Onlinehilfe und Ende der Bearbeitung	13
4	Nachweise	14
4.1	Querzugspannungen am unverstärkten Durchbruch	14
4.2	erhöhte Biegespannungen am Durchbruchquerschnitt	15
4.3	erhöhte Schubspannungen am Durchbruchquerschnitt	15
4.4	Nachweis der Querzugverstärkung am Trägerdurchbruch	15
5	Literaturverzeichnis	17
6	Index	18

1 Programminstallation und DTE®-Schreibtisch einrichten

Die Installation des DTE®-Systems und das Überspielen des Programms *##-HTDB* auf Ihren Computer erfolgt über einen selbsterläuternden Installationsdialog.

Sofern Sie bereits im Besitz anderer *##*-Programme sind und diese auf Ihrem Rechner installiert sind, können Sie dieses Kapitel überspringen.

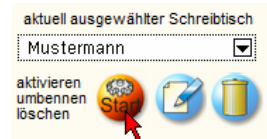
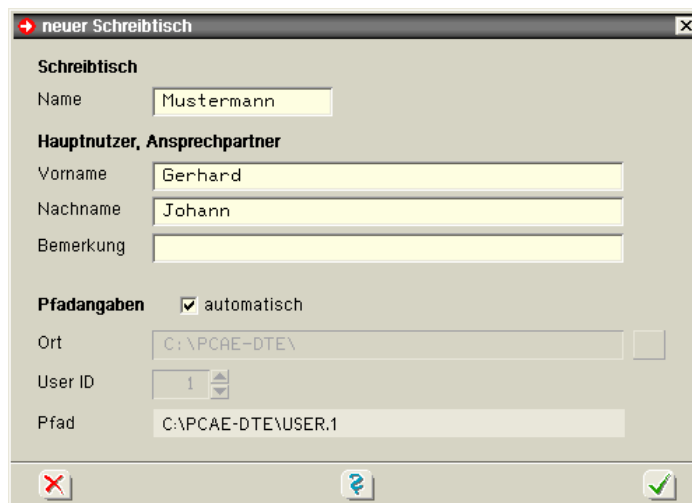


Nach erfolgreicher Installation befindet sich das DTE®-**Startsymbol** auf Ihrer Windowsoberfläche. Führen Sie bitte darauf den Doppelklick aus.

Daraufhin erscheint das Eigenschaftsblatt zur **Schreibtischauswahl**. Da noch kein Schreibtisch vorhanden ist, wollen wir einen neuen einrichten. Klicken Sie hierzu bitte auf den Button **neu**.



Schreibtischname Dem neuen Schreibtisch kann ein beliebiger Name zur Identifikation zugewiesen werden. Klicken Sie hierzu mit der LMT in das Eingabefeld. Hier ist *Mustermann* gewählt worden.



Nach Bestätigen über das **Hakensymbol** erscheint wieder die Schreibtischauswahl, in die der neue Name bereits eingetragen ist. Drücken Sie auf **Start** und die DTE®-Schreibtischoberfläche erscheint auf dem Bildschirm.

DTE® steht für *DeskTopEngineering* und stellt das "Betriebssystem" für *pcae*-Programme und die Verwaltungsoberfläche für die mit *pcae*-Programmen berechneten Bauteile dar.



Zur Beschreibung des DTE®-Systems und der zugehörigen Funktionen s. Handbuch *DTE®-DeskTopEngineering*.

















Steuerbuttons

Im oberen Bereich des Schreibtischs sind Interaktionsbuttons lokalisiert.

Die Funktion eines Steuerbuttons ergibt sich aus dem Fähnchen, das sich öffnet, wenn sich der Mauscursor über dem Button befindet.

Auf Grund der **Kontextsensitivität** des DTE®-Systems sind manche Buttons solange abgedunkelt und nicht aktiv bis ein Bauteil aktiviert wird.

Die Buttons bewirken im Einzelnen

-  öffnet die Schreibtischauswahl
-  legt einen neuen Projektordner an
-  erzeugt ein neues Bauteil
-  kopiert das aktivierte Bauteil
-  fügt die Bauteilkopie ein
-  lädt/sichert Bauteile. Hier befindet sich auch der **e-Mail-Dienst**.
-  menügesteuerte Bearbeitung des aktivierten Bauteils
-  druckt die Datenkategorien des aktivierten Bauteils
-  ruft das Planerstellungsmodule des aktivierten Bauteils
-  löscht das aktivierte Bauteil/Ordner
-  öffnet die Bearbeitung der Auftragsliste
-  öffnet die Mehrfachauswahl zur gleichzeitigen Bearbeitung von Bauteilen
-  eröffnet Verwaltungsfunktionen
-  schließt den geöffneten Ordner/beendet die DTE®-Sitzung

Ordner und Bauteil erzeugen



Durch Erzeugung eines **Ordners** besteht die Möglichkeit, Bauteile einem bestimmten Projekt zuzuordnen. Ein Ordner wird durch Anklicken des nebenstehenden Symbols erzeugt. Der Ordner erscheint auf dem Schreibtisch und kann, nachdem ihm eine Bezeichnung und eine Farbe zugeordnet wurden, per Doppelklick aktiviert (geöffnet) werden.



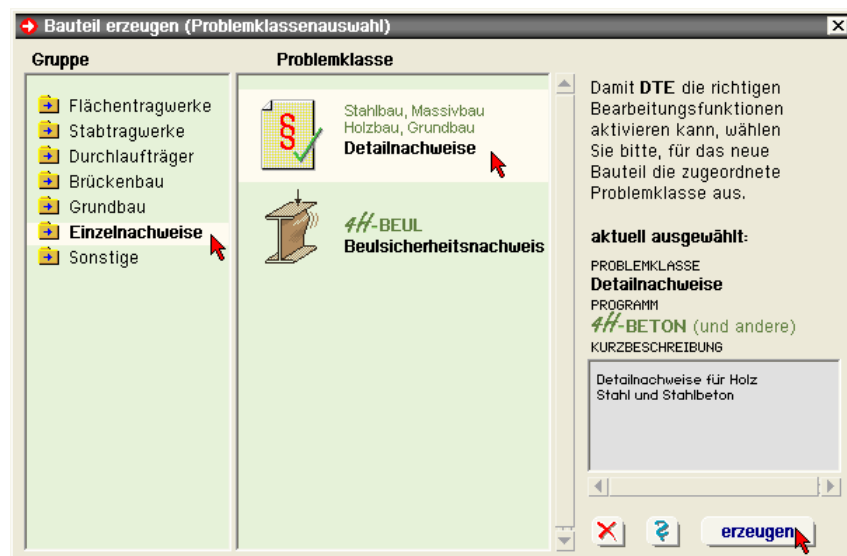
Aus dem Eintrag in der Schreibtischkopfzeile ist zu erkennen, in welchem Ordner sich die Aktion aktuell befindet.



Der Ordner kann durch das **beenden**-Symbol wieder geschlossen werden.



Zur Erzeugung eines neuen Bauteils wird das Schnellstartsymbol in der Kopfleiste des DTE®-Schreibtischs angeklickt. Klicken Sie in dem folgenden Eigenschaftsblatt bitte mit der LMT auf die Gruppe **Einzelnachweise**, dann auf die Problemklasse **Detailnachweise** und abschließend auf den **erzeugen-Button**.

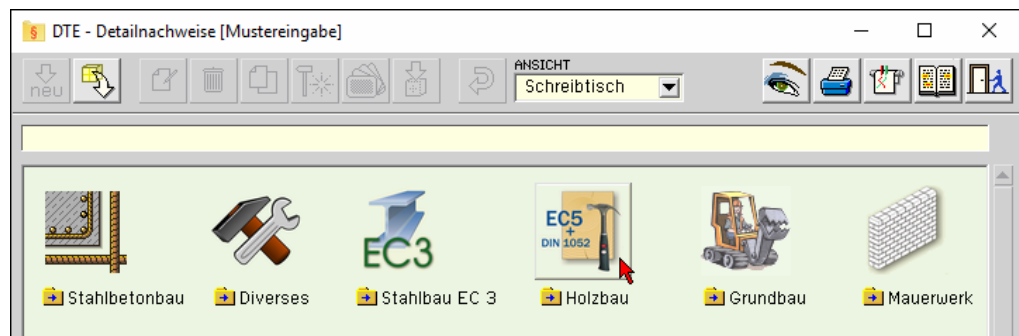


Der schwarze Rahmen der neuen Bauteilkone lässt sich mit der Maus über den Schreibtisch bewegen. Klicken Sie die LMT an der Stelle, an der das Bauteil auf dem Schreibtisch platziert werden soll. Das Eigenschaftsblatt *Name und Bezeichnung* erscheint.



Nach Doppelklicken des neuen Bauteilicons, dem eine individuelle Bezeichnung gegeben werden kann, erscheinen die nachfolgend dargestellten Übersichten der Detailnachweise. Klicken Sie das jeweils gekennzeichnete Icon mit der LMT an.

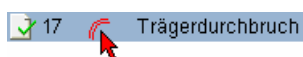
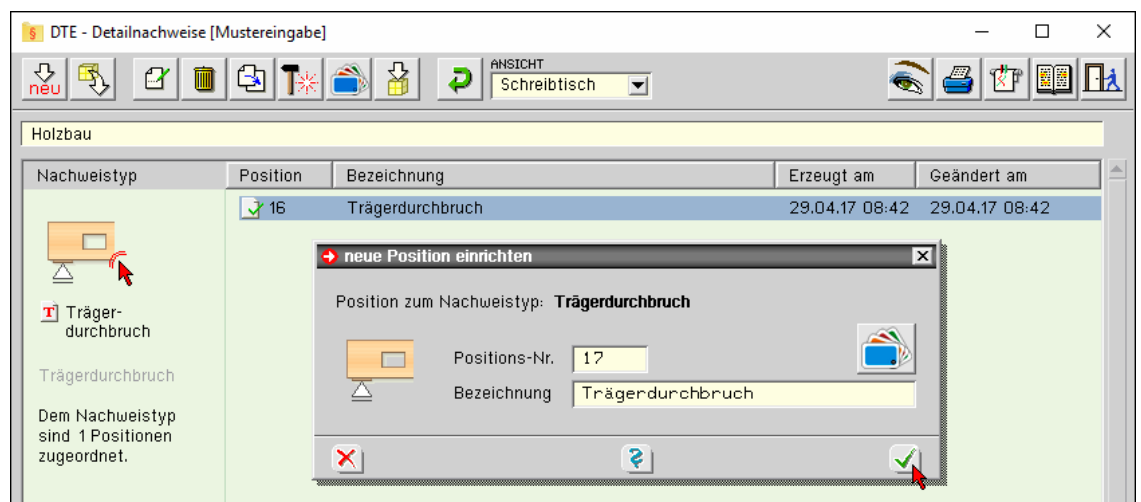
Detailnachweise



Holzbau EC 5



Trägerdurchbruch



Im rechten Bereich des Eigenschaftsblatts erscheint die neue Position in einem Verzeichnis. Klicken Sie hier bitte doppelt auf den neuen Schriftzug. Daraufhin erscheint die Eingabeoberfläche des Nachweistyps.

3

Eingabeoberfläche



Alle Eingaben, Funktionen und Ergebnisdarstellungen erfolgen im Haupteingabefenster. Links befinden sich drei Register, in denen allgemeine Systemangaben, eventuelle Verstärkungen und die Bemessungsschnittgrößen eingegeben werden.

Rechts oben erscheint die Trägeransicht in maßstäblicher Darstellung. Rechts unten werden die Ausnutzungen der aktivierten Nachweise nach erfolgter Berechnung angezeigt.

3.1

Buttonleiste


Standardmäßig befindet sich am oberen Bildschirmrand die Buttonleiste für die Hauptfunktionen des Programms. Mit der geriffelten Grifffläche am rechten Rand kann die Buttonleiste mit der linken Maustaste "gegriffen" und an anderer Stelle im Eingabefenster platziert werden.




Hinter den Buttons liegen folgende Funktionen

auto an in der Schalterstellung **an** wird nach jeder Eingabeänderung in der Bildschirmmaske automatisch eine Berechnung durchgeführt

auto aus in der Schalterstellung **aus** muss die Berechnung vom Benutzer durch Klicken des **Abacus**-Buttons gestartet werden

 über den Abacus wird die Berechnung durchgeführt. Die Resultate erscheinen unten im Ergebnisfenster.

 ruft den Dialog zur Wahl des nationalen Anhangs auf

 startet den Dialog zum Import der Schnittgrößen aus den Stabwerksprogrammen



ruft den Dialog für die Bildschirm- und Druckeinstellungen auf, s. Abs. 3.6, S. 13



Drucklistenvorschau



Der dargestellte Button öffnet den Druckdialog zur Bestimmung des Ausgabegeräts und der damit zusammenhängenden Einstellungen, s. Handbuch *DTE®-DeskTopEngineering*.



Speichern



Onlinehilfe



Ende der Bearbeitung

3.2 Registerblatt System

Zur Darstellung des Registerblatts s. S. 9.

3.2.1 Bauteiltyp

Wie nebenstehend dargestellt können zwei Bauteiltypen gewählt werden. Beide Typen können mit drei Ausführungsformen von Verstärkungen versehen werden.

Bauteiltyp _____

- ☒ Durchbruch rechtwinklig
☐ Durchbruch kreisförmig

3.2.2 Nutzungsklasse

Die Auswahl der Nutzungsklasse erfolgt über die entsprechenden Optionsbuttons.

Gemäß DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, NCI Zu 6.5.1 (NA.3), darf die Nutzungsklasse 3 nur auf verstärkte Querschnitte angewandt werden.

Nutzungsklasse _____

- ☒ NKL 1
☐ NKL 2
☐ NKL 3 (nur bei verstärkten Querschnitten)

3.2.3 Holzart

Über die Optionsknöpfe und die Listbox werden Holzart und -güte für Balkentragwerke gewählt.

Die Biegefestigkeit kann gemäß DIN EN 1995-1-1:2010-12, 3.2 (3), mit dem Faktor k_h erhöht werden.

Holzart _____

- ☐ Nadelholz
☐ Laubholz
☒ Brettschichtholz DIN
☐ Brettschichtholz EC
 GL24h (BS11) ☒ Erhöhung mit k_h

3.2.4 Abmessungen

Neben den Eingabefeldern mit den Bauteilabmessungen erscheint eine Skizze, in der die Maße bezeichnet sind.

Sofort nach Eingabe der Maße wird der Plot mit der maßstäblichen Bauteildarstellung (oben rechts im Eingabefenster) aktualisiert. b ist für alle Bauteiltypen die Querschnittsbreite.

In den Boxen rechts neben der Skizze werden die Geometriebedingungen gemäß /41/, NCI NA.6.7 (NA.1) bzw. NCI NA.6.8.4 (NA.1), angezeigt. Eingehaltene Bedingungen werden durch einen grünen Boxenhintergrund markiert, ungültige durch einen roten.

Abmessungen in [mm] _____

b

h

h_{ro}

h_{ru}

a

$h_a \leq h$

$h_{ru} \geq 0,25 h$

$h_{ro} \geq 0,25 h$

$a/h_a \leq 2,5$

$h_a \leq 0,3 h$

3.3

Registerblatt Verstärkung

Die Verstärkung an sich wird durch den Optionsbutton oben links aktiviert und der eigentlich V-Typ über weitere O-Buttons gewählt.

☒ Verstärkung

☐ aufgeleimte Laschen

Nadelholz

$f_{t,k}$ [N/mm²]

Rand a_r [mm]

Rand h_1 [mm]

Dicke t_r [mm]

☒ eingeklebte Stahlstäbe

l_e [mm]

d_r [mm]

Festigkeit

Anzahl

☐ von oben ☒ von unten

☐ Vollgewindeschrauben

Typ

$d \times l$ [mm]

Anzahl

☒ von oben ☐ von unten

☐ vorgebohrt

☐ rostfreier Stahl

☐ mit Unterlegscheibe

☒ gepresst ☐ gedreht

Abmessungen in [mm]

b

h

h_{ro}

h_{ru}

a

$h_s \leq h$

$h_{ru} \geq 0,25 h$

$h_{ro} \geq 0,25 h$

$a/h_s \leq 2,5$

$h_s \leq 0,3 h$

3.3.1

aufgeleimte Laschen

Bei einer Verstärkung durch aufgeleimte Laschen kann zwischen Nadelholz, Brettschichtholz, Sperrholz und freiem Material gewählt werden.

Länge und Dicke der Laschen müssen vorgegeben werden.

Gemäß DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, NCI NA.6.8.4, (NA.7), ist folgende Bedingung einzuhalten

$$0,25 \cdot a \leq a_r \leq 0,6 \cdot l_{t,90} \quad \text{mit} \quad l_{t,90} = 0,5 \cdot (h_d + h)$$

$$\quad \text{... und ...} \quad h_1 \geq 0,25 \cdot a$$

Das Programm überprüft die Bedingung während der Bearbeitung und lässt für a_r nur die Eingabe gültiger Werte zu.

☒ aufgeleimte Laschen

Sperrholz

$f_{t,k}$ [N/mm²]

Rand a_r [mm]

Rand h_1 [mm]

Dicke t_r [mm]

3.3.2

eingeklebte Stahlstäbe

Als eingeklebte Stahlstäbe stehen Gewindestahl und Betonstahl zur Auswahl.

Durchmesser und Länge (im Bild von unten gemessen) müssen eingegeben werden.

Das Eingabefeld für die Anzahl sperrt automatisch unzulässige Werte. Die Anzahl wird durch die Querschnittsbreite begrenzt.

☒ eingeklebte Stahlstäbe

l_e [mm]

d_r [mm]

Festigkeit

Anzahl

☐ von oben ☒ von unten

3.3.3

Vollgewindeschrauben

Vollgewindeschrauben der Hersteller Würth und SPAX stehen zur Auswahl.

In den Listboxen sind nur in Abhängigkeit von der Geometrie zulässige Durchmesser und Längen auswählbar.

☒ Vollgewindeschrauben

Typ: SPAX Senkkopf ☒ vorgebohrt

d x l [mm]: 12 600 ☐ rostfreier Stahl

Anzahl: 2 ☐ mit Unterlegscheibe

☒ von oben ☐ von unten ☒ gepresst ☐ gedreht

3.4

Registerblatt Schnittgrößen

In die Tabelle werden die Bemessungsschnittgrößen für den linken und rechten Rand des Durchbruchs eingetragen.

Über den **Mülleimerbutton** können einzelne Zeilen gelöscht werden.

Durch Klicken des Buttons mit der Vorzeichendefinition wird eine neue Eingabezeile hinten an die Tabelle angefügt.

	Name	linker Rand			rechter Rand			Lasteinwirkungs-dauer	kmod	
		Nd	Vd	Md	Nd	Vd	Md			
1	g+w+s	0.00	235.73	264.60	0.00	209.48	208.95	kurz/sehr kurz	1.000	
2	g+w	0.00	200.00	210.00	0.00	210.00	220.00	kurz	0.900	
3	g+s	0.00	215.00	230.00	0.00	225.00	250.00	mittel	0.800	

neue Schnittgrößenkombination
Kräfte in kN, Momente in kNm

3.4.1

Schnittgrößenimport

Über die Optionsbuttons werden die Einstellungen für den Schnittgrößenimport gesetzt.

Neben den Schnittgrößen können Materialgüten und Balkenabmessungen übernommen werden.

Einstellungen für den Schnittgrößenimport

- ☒ Schnittgrößen importieren
- ☒ Materialdaten importieren
- ☒ Querschnittsabmessungen importieren

3.5

Nachweise

Mit den Checkboxes können die zu führenden Nachweise aktiviert werden.

Der Nachweis der Querkzugspannungen wird immer geführt und ist nicht deaktivierbar.

Nachweise

- ☒ Biegung
- ☒ Querkraft

3.6 Programmeinstellungen



Ein Klick auf den **Optionsbutton** öffnet den Dialog für die Bildschirm- und Druckeinstellungen.

Über den Button **Grafik drucken** wird dem Druckprotokoll ein maßstäblicher Plot hinzugefügt, dessen Größe festgelegt werden kann.

Über die Option **Maßstab optimal** wird die Grafik so erstellt, dass der zur Verfügung gestellte Platz voll ausgenutzt wird; ansonsten wird automatisch ein gebräuchlicher Maßstab gewählt.

Typ und Größe der Bildschirmfonts für Tabellen und die übrigen Textdarstellungen können benutzerseits modifiziert werden.

Ein Klick auf den Button **Standardeinstellungen** stellt die Standardfonts wieder her.

In gleicher Weise kann der Anwender die Farben der bestehenden Gruppen anpassen bzw. den Standard wieder herstellen.

Die Anzahl der Nachkommastellen der Schnittgrößen in der Schnittgrößentabelle und im Druckprotokoll kann ebenfalls eingestellt werden.

3.7 Speichern, Onlinehilfe und Ende der Bearbeitung



Der dargestellte Button sichert die aktuellen Eingabedaten. Während der Bearbeitung befinden sich alle Eingaben flüchtig im Arbeitsspeicher. Erst durch die Sicherung werden alle zugehörigen Daten auf die Festplatte geschrieben und können in einer Folgesitzung wieder aufgerufen werden.



Der **Fragezeichenbutton** ruft die Onlinehilfe auf.



Dieser Button beendet die Eingabesitzung und ruft ein Eigenschaftsblatt zur Speicherung der Daten auf.

4

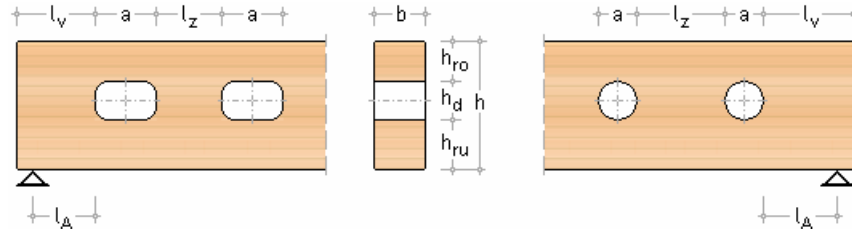
Nachweise

4.1

Querzugspannungen am unverstärkten Durchbruch

Gemäß /41/, NCI NA.6.7 (NA.1), gelten Trägeröffnungen mit den lichten Maßen $d > 50$ mm als Durchbrüche. Kleinere Öffnungen sind gemäß (NA.3) wie Querschnittsschwächungen zu behandeln.

Für die Ausführung gelten folgende geometrische Randbedingungen



Dabei sind gemäß /41/, NCI NA.6.7 (NA.1), folgende Bedingungen zu erfüllen

$l_v \geq h$	Abstand vom Trägerende
$l_z \geq 1,5 \cdot h$ und $l_z \geq 300$ mm	lichter Abstand benachbarter Durchbrüche
$l_A \geq 0,5 \cdot h$	lichter Abstand von der Auflagermitte
$h_{ro} \geq 0,35 \cdot h$	Restquerschnittshöhe oberhalb
$h_{ru} \geq 0,35 \cdot h$	Restquerschnittshöhe unterhalb
$a \leq 0,4 \cdot h$	Länge bzw. Durchmesser des Durchbruchs
$h_d \leq 0,15 \cdot h$	Höhe bzw. Durchmesser des Durchbruchs

Für die Querzugtragfähigkeit ist folgende Bedingung einzuhalten (NA.63)

$$F_{t,90,d} / (0,5 \cdot l_{t,90} \cdot b \cdot k_{t,90} \cdot f_{t,90,d}) \leq 1 \quad \text{mit ...}$$

b Trägerbreite am Durchbruch
 $f_{t,90,d}$ Bemessungswert der Zugfestigkeit des Brett- oder Furnierschichtholzes rechtwinklig zur Faserrichtung
 $k_{t,90} = \min \left\{ 1, \left(450/h \right)^{0,5} \right\}$ mit h in mm
 $l_{t,90} = 0,5 \cdot (h_d + h)$ für rechteckige Durchbrüche
 $l_{t,90} = 0,353 \cdot h_d + 0,5 \cdot h_d$ für kreisförmige Durchbrüche

Die vorhandene Querzugkraft ist wie folgt zu berechnen

$$F_{t,90,d} = F_{t,V,d} + F_{t,M,d} \quad \text{mit ...} \quad F_{t,V,d} = (V_d \cdot h_d) / (4 \cdot h) \cdot (3 - h_d^2/h^2) \quad \text{und ...} \quad F_{t,M,d} = 0,008 \cdot M_d / h_r$$

Bei runden Durchbrüchen darf in Gleichung (NA.67) der Wert von h_d mit 0.7 multipliziert werden. Dabei gilt

V_d Betrag des Bemessungswerts der Querkraft am Durchbruchrand
 $h_r = \min \{ h_{ro}, h_{ru} \}$ für rechteckige Durchbrüche
 $h_r = \min \{ h_{ro} + 0,15 \cdot h_d, h_{ru} + 0,15 \cdot h_d \}$ für kreisförmige Durchbrüche
 M_d Betrag des Bemessungswerts des Biegemoments am Durchbruchrand

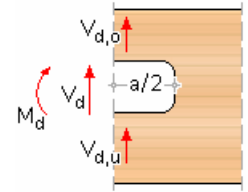
4.2

erhöhte Biegespannungen am Durchbruchquerschnitt

Die erhöhten Biegespannungen im Bereich des Durchbruchs können gemäß /45/, Vorlesung Holzbau III Teil 1, berechnet werden.

Hierzu werden zunächst die Biegerandspannungen $\sigma_{m,d,o}$ und $\sigma_{m,d,u}$ am geschwächten Querschnitt in der Mitte des Durchbruchs berechnet. Die Querkkräfte für den oberen und unteren Querschnittsteil werden wie folgt aufgeteilt.

$$V_{d,o} = \frac{h_{ro}}{h_{ro} + h_{ru}} \cdot V_d \quad \text{... und ...} \quad V_{d,u} = \frac{h_{ru}}{h_{ro} + h_{ru}} \cdot V_d$$



Die Bemessungsmomente für den oberen und unteren Querschnittsteil werden um jeweils ein Moment ΔM_o und ΔM_u erhöht.

$$\Delta M_{d,o} = V_{d,o} \cdot a/2 \quad \text{... und ...} \quad \Delta M_{d,u} = V_{d,u} \cdot a/2 \quad \text{... mit ...}$$

- a Breite des rechteckigen Durchbruchs
- V_d, M_d Bemessungswerte der Querkraft und des Momentes in Durchbruchmitte
- $V_{d,o}, V_{d,u}$ Bemessungswerte der Querkraftanteile des oberen und unteren Querschnittsteils
- $\Delta M_{d,o}, \Delta M_{d,u}$ Bemessungswerte der Zusatzmomente
bei kreisförmigen Durchbrüchen bleiben die Zusatzmomente unberücksichtigt

4.3

erhöhte Schubspannungen am Durchbruchquerschnitt

Die Schubspannung am geschwächten Querschnitt wird nach /2/, E 11.4.4 (1) bis (7), nachgewiesen.

Für die maximale Schubspannung von Rechteckquerschnitten gilt

$$\tau_{\max} = \kappa_{\max} \cdot \frac{1,5 \cdot V_d}{b \cdot (h - h_d)} \quad \text{... mit ...} \quad \kappa_{\max} = 1,84 \cdot (1 + a/h) \cdot (h_d/h)^{0,2}$$

- a Durchbruchbreite
- h_d Durchbruchhöhe
- h Trägerhöhe
- V_d Bemessungsquerkraft weiterhin gilt ...
- $0,1 < a/h < 1,0$... und ... $0,1 \leq h_d/h \leq 0,4$

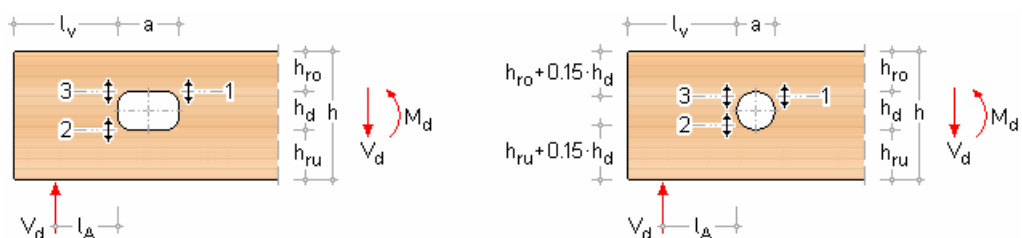
Bei kreisförmigen Durchbrüchen wird im Programm in gleicher Weise verfahren.

Dieses Vorgehen sollte auf der sicheren Seite liegen.

4.4

Nachweis der Querkzugverstärkung am Trägerdurchbruch

Gemäß /41/, NCI NA 6.8.4 (NA.1), sind Verstärkungen von Trägerdurchbrüchen für eine Zugkraft $F_{t,90,d}$ nach Gl. (NA.66) zu bemessen.



- 1 querkzugbeanspruchter Bereich rechts der Öffnung
- 2 ... links der Öffnung, wenn $F_{t,M,d} \leq F_{t,V,d}$
- 3 zusätzlicher querkzugbeanspruchter Bereich links der Öffnung, wenn $F_{t,M,d} > F_{t,V,d}$

Dabei sind folgende Bedingungen einzuhalten

$l_v \geq h$	Abstand vom Trägerende
$l_z \geq h$ und $l_z \geq 300 \text{ mm}$	lichter Abstand benachbarter Durchbrüche
$l_A \geq 0.5 \cdot h$	lichter Abstand von der Auflagermitte
$h_{ro} \geq 0.25 \cdot h$	Restquerschnittshöhe oberhalb
$h_{ru} \geq 0.25 \cdot h$	Restquerschnittshöhe unterhalb
$a \leq h$ und $a/h_d \leq 2.5$	Länge bzw. Durchmesser des Durchbruchs
$h_d \leq 0.3 \cdot h$ bei Verst. innen	Höhe bzw. Durchmesser des Durchbruchs
$h_d \leq 0.4 \cdot h$ bei außen liegender Verstärkung	

Bei Verstärkung durch eingeklebte Stahlstäbe ist die resultierende Klebefugenspannung $\tau_{ef,d}$ gemäß /41/, NCI NA 6.8.3 (NA.2), wie folgt nachzuweisen

$$\tau_{ef,d}/f_{k1,d} \leq 1 \quad \text{mit} \quad \tau_{ef,d} = F_{t,90,d}/(n \cdot d_r \cdot \pi \cdot l_{ad}) \quad \text{und} \quad \dots$$

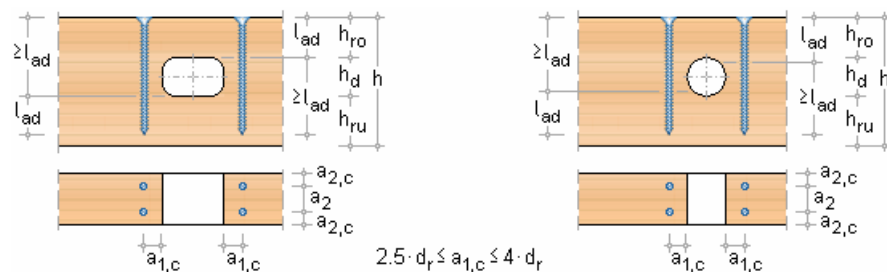
$l_{ad} = h_{ru} + 0.15 \cdot h_d$... oder ... $l_{ad} = h_{ro} + 0.15 \cdot h_d$ für kreisförmige Durchbrüche
 $l_{ad} = h_{ru}$... oder ... $l_{ad} = h_{ro}$ für rechteckige D.
 h_{ro} Restquerschnittshöhe oberhalb
 h_{ru} Restquerschnittshöhe unterhalb
 n Anzahl der Stahlstäbe; dabei dürfen je Durchbruchseite nur die im Abstand $a_{1,c}$ angeordneten Stäbe in Rechnung gestellt werden
 d_r Außendurchmesser Stahlstab $\leq 20 \text{ mm}$
 $f_{k1,d}$ Bemessungswert der Klebefugensfestigkeit

Bei Verstärkung durch seitlich aufgeklebte Laschen ist resultierende Klebefugenspannung $\tau_{ef,d}$ gemäß /41/, NCI NA 6.8.4 (NA.5), wie folgt nachzuweisen

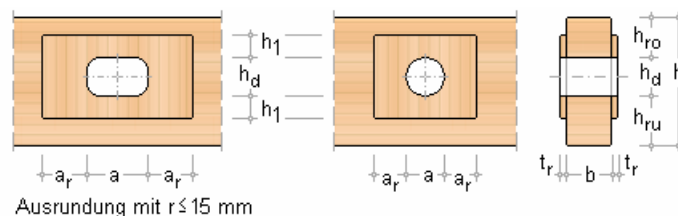
$$\tau_{ef,d}/f_{k2,d} \leq 1 \quad \text{mit} \quad \tau_{ef,d} = F_{t,90,d}/(2 \cdot a_r \cdot h_{ad}) \quad \text{und} \quad \dots$$

$h_{ad} = h_1$ für rechteckige Durchbrüche
 $h_{ad} = h_1 + 0.15 \cdot h_d$ für kreisförmige D.
 a_r, h_1, h_d s. nachfolgende Bilder
 $f_{k2,d}$ Bemessungswert der Klebefugensfestigkeit

innen liegende Verstärkung



außen liegende Verstärkung



Für die Zugspannung in der aufgeklebten Verstärkung gilt

$$k_k \cdot \sigma_{t,d}/f_{t,d} \leq 1 \quad \text{mit} \quad \sigma_{t,d} = F_{t,90,d}/(2 \cdot a_r \cdot t_r) \quad \text{und} \quad \dots$$

k_k Beiwert zur Berücksichtigung der exzentrischen Krafteinleitung
 im Programm wird $k_k = 2.0$ gesetzt
 $f_{t,d}$ Bemessungswert der Zugfestigkeit der Verstärkung

Bei Verstärkung durch Vollgewindeschrauben gilt für die aufnehmbare Axialkraft $R_{ax,d}$ der Schrauben

$$F_{t,90,d}/(n \cdot R_{ax,d}) \leq 1 \quad \text{mit} \quad \dots$$

n Anzahl der Schrauben

- /1/ DIN 1052 (12.08)
- /2/ Erläuterungen zu DIN 1052: 2004-08, Deutsche Gesellschaft für Holzforschung, Bruderverlag
- /3/ DIN 1052, Praxishandbuch Holzbau, 1. Auflage, Beuth Verlag
- /4/ Fermacell, Zulassung Z-9.1-434
- /5/ Steck: 100 Holzbau-Beispiele nach DIN 1052:2004, Werner Verlag
- /6/ Tino Schatz: Diagramme zur Auswertung der Johansen-Formeln für einschnittige Holz- bzw. Holzwerkstoff-Verbindungen, Bautechnik 86 (2009), Heft 4
- /7/ Karin Lißner, Wolfgang Rug, Dieter Steinmetz: DIN 1052:2004 - Neue Grundlagen für Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken, Bautechnik 85 (2008), Heft 11
- /8/ Schneider Bautabellen, 17. Auflage, Werner Verlag
- /9/ Hans-Joachim Blaß, Ireneusz Bejtka, Karlsruhe: Selbstbohrende Holzschrauben und ihre Anwendungsmöglichkeiten, Website Fa. SPAX International GmbH & Co. KG
- /10/ SPAX S-Schrauben mit Vollgewinde, Zulassung Z-9.1-519
- /11/ SPAX Schrauben als Verbindungsmittel, Zulassung Z-9.1-235
- /12/ SPAX Schrauben als Verbindungsmittel, Zulassung Z-9.1-449
- /13/ SPAX Kurzübersicht "Holzbau", Homepage Fa. SPAX International GmbH & Co. KG
- /14/ Würth ASSY VG plus Vollgewindeschrauben als Holzverbindungsmittel, Zulassung Z-9.1-614
- /15/ Würth: Selbstbohrende Schrauben als Holzverbindungsmittel ETA-11/0190
- /16/ DIN EN 1995-1-1:2010-12, Bemessung und Konstruktion von Holzbauten, Teil 1-1: Allgemeines
- /17/ DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12, Nationaler Anhang
- /18/ DIN 1052-10, Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken, Teil 10: Herstellung und Ausführung
- /19/ DIN EN 14545, Holzbauwerke, Nicht stiftförmige Verbindungselemente, Anforderungen
- /20/ DIN EN 1194, Brettschichtholz
- /21/ DIN EN 13271, Holzverbindungsmittel, Charakteristische Tragfähigkeiten und Verschiebungsmoduln für Verbindungen mit Dübeln besonderer Bauart
- /22/ DIN EN 300, Platten aus langen, schlanken, ausgerichteten Spänen (OSB)
- /23/ DIN EN 13986:2002, Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen
- /24/ DIN EN 912, Holzverbindungsmittel, Spezifikationen für Dübel besonderer Bauart für Holz
- /25/ DIN EN 338, Bauholz für tragende Zwecke, Festigkeitsklassen
- /26/ DIN EN 14592, Holzbauwerke, Stiftförmige Verbindungsmittel, Anforderungen
- /27/ Europäische Technische Zulassung ETA-03/0050, Fermacell - Gipsfaserplatte
- /28/ Fermacell, Europäische Technische Zulassung ETA-03/0050
- /29/ Volker Krämer: Für den Holzbau, Aufgaben und Lösungen nach DIN 1052, Bruderverlag
- /30/ Otto W. Wetzell: Wendehorst Bautechnische Zahlentafeln, 32. Auflage, Beuth-Verlag
- /31/ Holschemacher: Entwurfs- und Berechnungstafeln, 2. Auflage, Bauwerk-Verlag
- /32/ DIN 18800-1 (11.90)
- /33/ Thiele/Lohse: Stahlbau Teil 1, B.G. Teubner Stuttgart
- /34/ DIN EN 1993-1-1, Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1
- /35/ DIN EN 1993-1-1/NA, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1

- /36/ SPAX International GmbH & Co. KG: Hinweise zur Bemessung von tragenden SPAX-Verbindungen
- /37/ SPAX International GmbH & Co. KG: Europäische Technische Zulassung ETA-12/0114
- /38/ Finnforest Oyi: DIBt, Zulassung Z-9.1-100
- /39/ DIBt Letter 10.10.2013, METSÄ WOOD
- /40/ DIN EN 14080:2013-09, Holzbauwerke – Brettschichtholz und Balkenschichtholz – Anforderungen
- /41/ DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, Nationaler Anhang
- /42/ Francois Colling: Aussteifung von Gebäuden in Holztafelbauart, Ingenieurbüro Holzbau
- /43/ Becker, Rautenstrauch: Ingenieurholzbau nach Eurocode 5, Ernst & Sohn
- /44/ M. Göggel: Bemessung im Holzbau, Band 2
- /45/ Prof. Ralf-W. Boddenberg, Vorlesung Holzbau, Uni Wismar
- /46/ Prof. C. Scheer, Dr. M. Peter, S. Stöhr: Holzbau Taschenbuch, 10. Aufl., Ernst & Sohn
- /47/ DIN EN 1991-1-4:2012-12 Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten; Deutsche Fassung EN 1991-1-4:2005 + A1:2010 + AC:2010
- /48/ Bauart Konstruktions GmbH & Co. KG, Lauterbach, München, Darmstadt, Berlin: BDF Merkblatt 02-04
- /49/ Patricia Hamm, Institut für Holzbau, Hochschule Biberach, D – 88400 Biberach: Schwingungen bei Holzdecken - Konstruktionsregeln für die Praxis
- /50/ Prof. Dr.-Ing. P. Hamm, Dipl.-Ing. A. Richter: Bemessungs- und Konstruktionsregeln zum Schwingungsnachweis von Holzdecken
- /51/ Petersen: Dynamik der Baukonstruktion, Vieweg 1996
- /52/ Meskouris: Baudynamik, Ernst & Sohn 1999
- /53/ TU München Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Winter, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Heinrich Kreuzinger, Dipl.-Ing. Peter Mestek: Teilprojekt 15, Flächen aus Brettstapeln, Brettspertholz und Verbundkonstruktionen
- /54/ Winter, Hamm, Richter: Abschlussbericht Schwingungs- und Dämpfungsverhalten von Holz- und Holz-Beton-Verbunddecken, AiF-Vorhaben-Nr.: 15283 N

6 Index

Abkürzungen 2	Lastbild 2
Bauteil erzeugen 7	Lastfall 2
Bauteiltyp 10	Lastkollektiv 2
blank 2	Nutzungsklasse 10
Buttons 2	Ordner 7
Cursor 2	Schnittgrößenimport 13
Druckeinstellungen 13	Schreibtisch 6
Einwirkung 2	Schreibtischauswahl 5
e-Mail 6	Stahlstab 12
Extremalbildungsvorschrift 2	Startsymbol 5
Holzart 10	Steuerbuttons 6, 9
Installation 5	Verstärkung 16
Kontextsensitivität 6	Vollgewindeschraube 12
Lasche 12	